

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
PRIRODOSLOVNO-MATEMATIČKI FAKULTET
BIOLOŠKI ODSJEK

SPELEOMORFOLOŠKA OBILJEŽJA STANIŠTA ČOVJEČJE RIBICE U HRVATSKOJ

**SPELEOMORPHOLOGICAL CHARACTERISTICS OF THE OLM HABITAT IN
CROATIA**

SEMINARSKI RAD

Ena Rekić

Preddiplomski studij znanosti o okolišu

(Undergraduate study of Environmental Sciences)

Mentor: doc.dr.sc. Neven Bočić

Zagreb, 2016.

Sadržaj

1.UVOD	1
2. SISTEMATIKA VRSTE	2
3.BIOLOGIJA VRSTE	3
3.1.Izgled vrste	3
3.2.Disanje	3
3.3.Prehrana	3
3.4.Razmnožavanje	4
4.RASPROSTRANJENOST	4
5.SPELEOMORFOLOŠKA OBILJEŽJA STANIŠTA	10
5.1. ISTRA	10
5.1.1.Pincinova jama	10
5.2. GORSKI KOTAR I SJEVERNI DIO LIKE	11
5.2.1.Rokina bezdana	11
5.2.2.Zagorska peć	11
5.2.3.Izvor i ponor Rupečica	12
5.3. DALMACIJA	13
5.3.1.Đuderina jama	13
5.3.2.Miljacka II	14
5.3.2.Miljacka III	16
6.ZAKLJUČAK	17
7.LITERATURA	18
8.SAŽETAK	20
9.SUMMARY	20

1.UVOD

Pri prvoj pomisli na krški reljef padaju nam na pamet razni krški oblici koje je voda svojim radom oblikovala u karbonatnim stijenama. Od škrapa, ponikva, krških uvala, ponora pa sve do podzemnih oblika, odnosno jama i špilja. Krški tereni propusni su za vodu pa stoga voda ponire i procjeđuje se u podzemlje nailaskom na takav teren. Zbog otopljenog CO₂ iz zraka voda djeluje korozijski, a zatim i erozijski te tako širi pukotine u podzemlju. Širenjem pukotina nastaju podzemni oblici špilje i jame. Oni su nam posebno zanimljivi kao staništa životinja zbog surovih uvjeta koji tamo vladaju. Prve asocijacije na takva staništa su vječna tama, velika vlaga, malo hrane, pa se pitamo tko bi uopće tamo mogao živjeti? Jedan od odgovora na to pitanje je čovječja ribica. Čovječja ribica je stenoendemski stigobiont (vodeni organizam potpuno prilagođen na špiljske uvjete) Dinarida. Jedini je pravi stigobionski kralježnjak Europe. Zbog neprisupačnosti terena i staništa je vrlo teško istraživati i vršiti monitoring ove vrste. Čovječja ribica nastanjuje krško podzemlje u sjevernoj Italiji, Sloveniji, Hrvatskoj i Bosni i Hercegovini. U Hrvatskoj je prvi put zabilježena 1840. na izvoru Goručica blizu Sinja (Jelić i sur. 2012.). Od tada je zabilježena na 68 lokaliteta, od kojih 44 sigurnih (Jelić 2015.). U ovom će radu biti opisana morfologija nekih od sigurnih nalazišta čovječje ribice. Postavlja se pitanje utječe li kako speleomorfologija staništa na rasprostranjenost ove vrste ili su za to ipak zaslužni neki drugi faktori?

2. SISTEMATIKA VRSTE

Koljeno: CHORDATA

Razred: AMPHIBIA/ vodozemci

Red: CAUDATA/ repaši

Porodica: PROTEIDAE / glavašice

Rod: Proteus

Vrsta: *Proteus anguinus*

Čovječja ribica pripada razredu vodozemaca. Vodozemci su hladnokrvna skupina životinja koje su većinom vezane uz vlažna staništa poput lokvi, bara, jezera i sl. Takva staništa su im neophodna za razmnožavanje jer tamo polažu jaja iz kojih će se kasnije razviti mladi. Veći dio vrsta vodozemaca u svom životnom ciklusu prolazi metamorfozu iz ličinačkog stadija (najčešće vodenog) u odrasli stadij u kojem razvijaju pluća i udove te prelaze na život na kopnu. To nije slučaj kod čovječje ribice koja cijeli svoj život ostaje u ličinačkom stadiju u vodi (Jelić i sur. 2012.). Karakteristike ličinačkog stadija kod čovječje ribice čine tri para crvenih, vanjskih škrga i bočno spoljštenu rep za plivanje. Porodica Proteidae obuhvaća samo dva roda (Proteus i Necturus), odnosno šest vrsta od kojih je samo jedna vrsta europska. Ovu porodicu karakterizira neotenija, odnosno postizanje spolne zrelosti u ličinačkom stadiju (amphibiaweb.org).



Slika 1. Čovječja ribica (<http://www.proteus.hibr.hr/>)

3.BIOLOGIJA VRSTE

3.1.Izgled vrste

Stabilnim, ali prilično surovim i stresnim uvjetima u podzemnim vodama Dinarida savršeno se prilagodila čovječja ribica, što izgledom, što načinom života. Karakterizira ju izduženo i tanko tijelo s vrlo malim udovima. Na prednjim nogama se nalaze tri prsta, a na stražnjim dva. Rep je spljošten i služi pri plivanju. Zbog uvjeta vječne tame koža ove vrste je transparentna te sadrži vrlo malo pigmenta koji ju čini blago ružičastom. Oči su zakržljale i prekrivene slojem kože. Na početku ličinke imaju normalne oči koje se nakon nekog vremena prestanu razvijati, te nakon četiri mjeseca potpuno regresiraju. Na glavi se nalaze 3 para crvenih, razgranatih, vanjskih škrga. Prosječna ukupna duljina tijela je 23-25 centimetara. (amphibiaweb.org)

3.2.Disanje

Pri disanju čovječja ribica koristi škrge i kožu, no u hipoksičnim uvjetima može i udisati zrak plućima. Nisu joj potrebne velike količine kisika zbog izrazito sporog metabolizma koji je razvila kao još jednu od prilagodbi. Dokazano je da *Proteus anguinus* ima upola manju potrošnju kisika od fakultativnih stanovnika špilja (Hervant i sur. 2001.).

3.3.Prehrana

Krško podzemlje je stanište gotovo bez predatora za čovječju ribicu, te ih čine eventualno zalutale ribe. To bi bilo idealno ukoliko bi bilo dovoljno hrane, no količina plijena za samu čovječju ribicu uvelike reducirana i nema je u izobilju. Hrana se pojavljuje sporadično, a uzrok tome je mala autotrofska produkcija u podzemnim vodenim staništima (Hervant i sur., 2001.). Čovječja ribica se hrani detritusom i špiljskim invertebratama. Prehrana uključuje ličinke tulara (Trichoptera), vodencvjetova (Ephemeroptera) i dvokrilaca (Diptera) te mekušce (poput Belgrandiella) i rakušce (Amphipoda) (Bizjak-Mali i Bulog 2004.). Dulji periodi gladovanja i smanjenje aktivnosti normalna su pojava u kojima čovječja ribica tada koristi zalihe u tijelu. Dokazano je da može bez pojave stresa izdržati 18-96 mjeseci bez hrane upravo zahvaljujući jako sporom metabolizmu (<http://www.proteus.hibr.hr>). U periodima aktivnosti i portage za hranom čovječja ribica koristi kemoreceptore i mehanoreceptore. S obzirom da su oči prekrivene kožom i zakržljale vizualni podražaji im ne

koriste pri lovu (<http://www.proteus.hibr.hr>). Čovječja ribica može osjetiti jako niske koncentracije organskih spojeva pomoću kemoreceptora zbog zadebljanja nazalnog epitela koji je puno deblji nego kod ostalih vodozemaca (Hervant i sur. 2001.).

3.4. Razmnožavanje

Tijekom sezone parenja muške jedinke postaju vrlo teritorijalne prema ostalim kompetitivnim jedinkama. Kada ženka uđe u teritorij mužjaka počinje udvaranje. Udvaranje kulminira kada mužjak položi paketić sperme (spermatofore) koje ženka primi u kloaku. Ženke mogu pohraniti spermu mužjaka i do šest mjeseci u posebnim stukturama u blizini kloake nazvanim spermateke. Kada napusti mužjakov teritorij ženka odlazi u potrazi za prikladnim mjestom gdje će položiti jaja. Nakon dva do tri dana ženka počinje polagati jaja i čini to 25 dana za redom te broj položenih jaja može biti i veći od 70. Inkubacijski period traje 2-6 mjeseci ovisno o temperaturi vode (Guillaume i sur. 1999.).

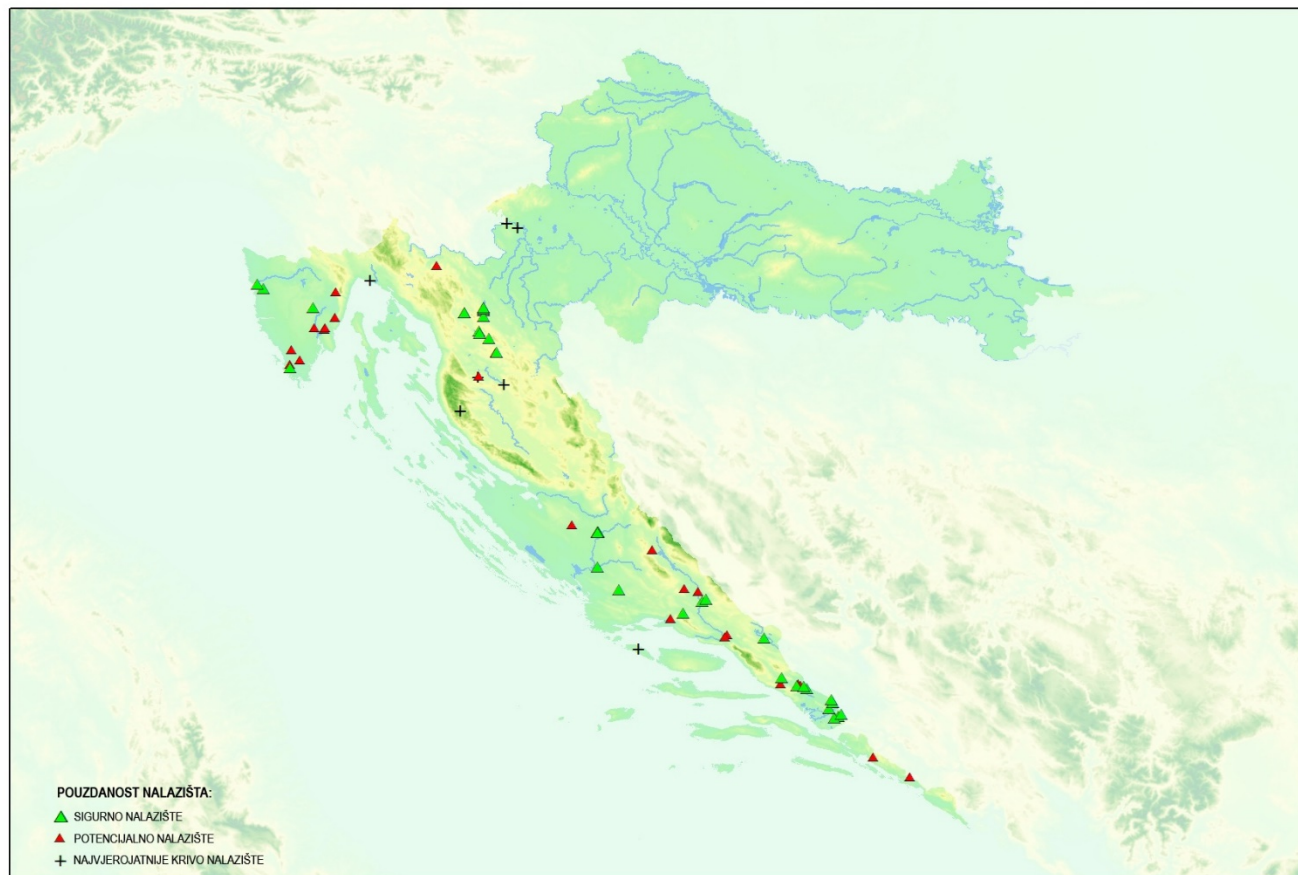
Nakon 14-18 godina dosežu odrasli stadij, a žive više od 60 godina što ih čini najdulje živućim vodozemcima upravo zahvaljujući jako niskom metabolizmu. Zbog toga su odličan primjer kralježnjaka kao niskoenergetski sustav (Hervant i sur. 2001.).

4. RASPROSTRANJENOST

Postoje tri odvojene populacije: populacija s područja Istre, koja se smatra i najugroženijom, zatim populacija Gorskog kotara i sjevernog dijela Like (Gacko polje) te populacija Dalmacije (od rijeke Krke prema jugu do Dubrovnika). Između populacija Gorskog kotara i Dalmacije postoji praznina tj. na području Ličkog polja, Velebita i Zrmanje čovječja ribica nikada nije pronađena. Točan razlog zašto ih nema na tom području nije poznat, ali se pretpostavlja da bi hidrogeološka istraživanja mogla razjasniti tu nepoznanicu (Kletečki i sur. 1996.). Populacija iz Istre razlikuje se morfološki i genetički od ostalih populacija. Znatno je više troglomorfna te prema rezultatima molekularnih analiza vidljivo je da ona čini ishodišnu liniju (Jelić i sur. 2012.). Smatra se da je glavni habitat u kojem se čovječja ribica razmnožava nedostupan ljudima te se obično s njom susrećemo u rubnom području habitata koji je puno bogatiji hranom zbog veće povezanosti s površinom (Sket i sur. 1997.).

Karta rasprostranjenosti

Na slici 2. označena su na karti nalazišta čovječe ribice u Hrvatskoj. Zelenim trokutima označena su sigurna nalazišta, crvenim trokutima potencijalna nalazišta, a crnim križićima najvjerojatnije kriva nalazišta. U tablici 1. nalazi se popis svih sigurnih nalazišta.

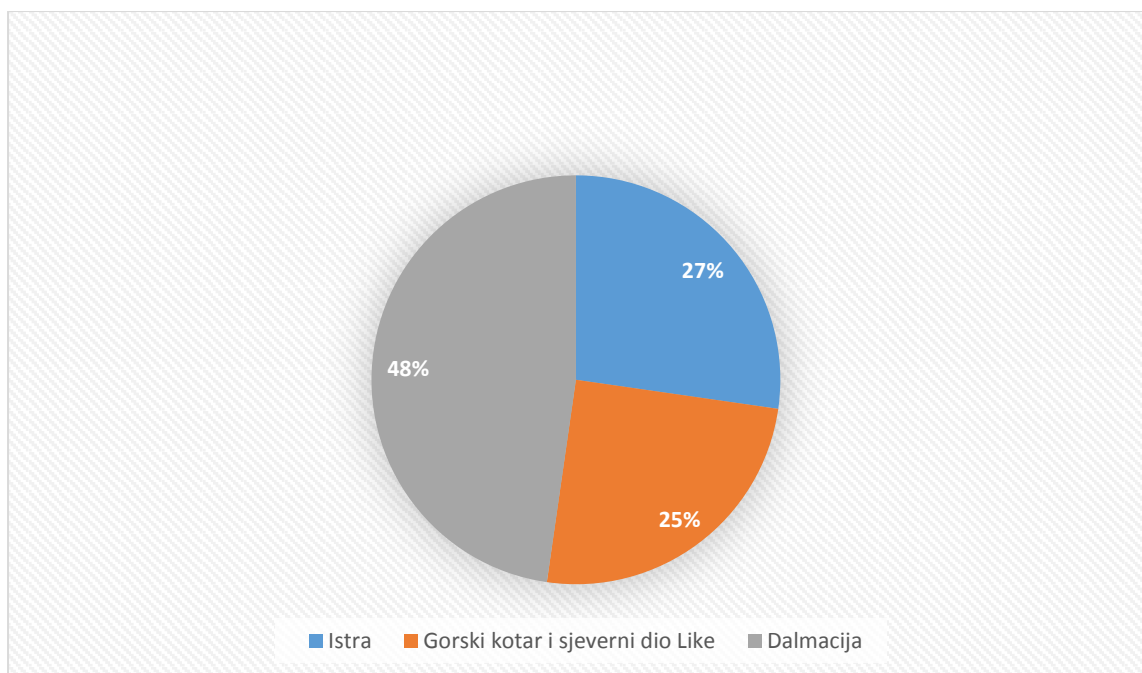


Slika 2. Prikaz nalazišta čovječe ribice u Hrvatskoj (preuzeto iz Jelić 2014.)

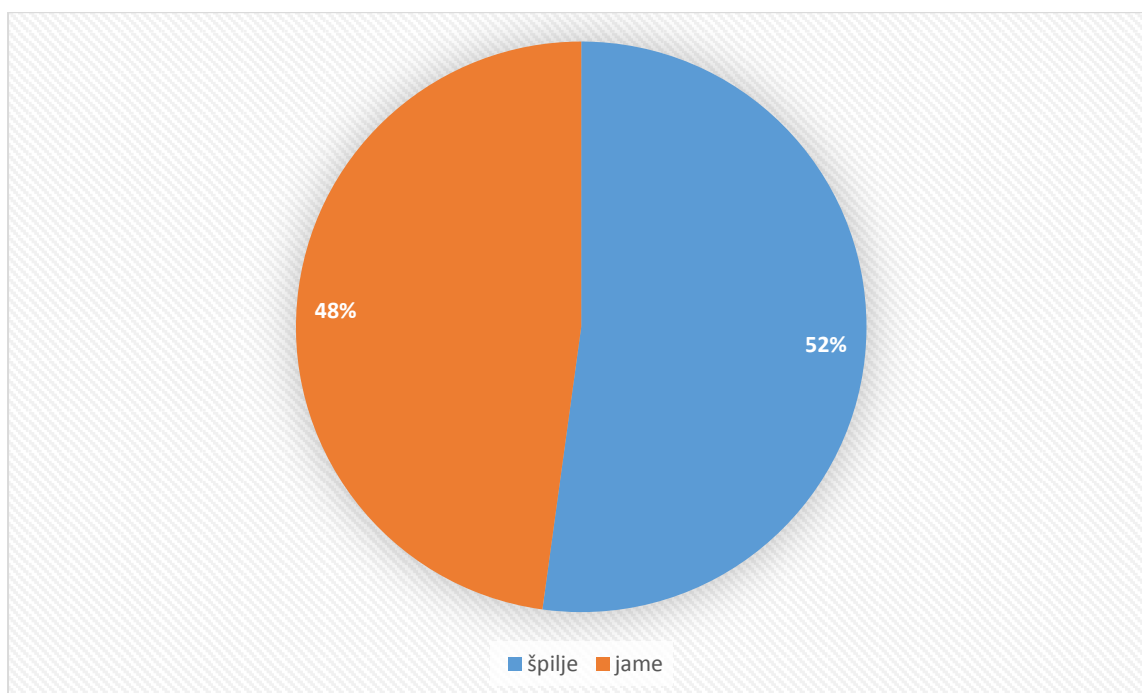
Tablica 1. Popis svih sigurnih nalazišta čovječje ribice u Hrvatskoj (preuzeto i prilagođeno prema Jelić 2014.)

NALAZIŠTE	LOKACIJA	VRSTA/OPIS NALAZIŠTA
ISTRA		
Fontana	Starska Vala	Izvor
Pincinova jama	Poreč	Jama
Ponor Bregi	Žminj, Istra	Jama
Špilja u Vodnjanu	Vodnjan, Istra	Jama
Čepić, prodor vode u umjetni tunel	Plomin	Pri kopanju kanala za isušivanje podzemna je tekućica izbacila veći broj čovječjih ribica (Rađa 1980a).
Rudnik ugljena Raša	Raša, Labin	Prodor vode
Rudnik Krapan	Raša	Pri miniranju ugljenokopa izbila je voda s mnoštvom jedinki čovječih ribica (Rađa 1980a).
Rakonek, bušotina za vodu	Raša	Prodor vode
Pula, radovi na vodovodu	Pula (približna lokacija)	Voda vodovoda
Izvor Nimfej	Karolina-dio Pule ispod Arene	Izvor
Kaverna u tunelu Učka	Rijeka	Kaverna
Iskop za upravnu zgradu rafinerije Rijeka	Rijeka	Pri kopanju temelja za zgradu rafinerije otkrivena je podzemna tekućica gdje je pronađena čovječja ribica (Rađa 1980a).
GORSKI KOTAR I SJEVERNI DIO LIKE		
Komarčeva špilja I	Drežnica	Jama
Komarčeva špilja II	Drežnica	Jama
Zagorska peć	Izvor Zagorske Mrežnice,Ogulin	Špilja
Izvor Zagorske Mrežnice	Selo Desmerice,Ogulin	Izvor
Izvor Bistrac	Selo Desmerice,Ogulin	Izvor
Izvor i ponor Rupećica	Selo Zagorje,Ogulin	Izvor i ponor špilja

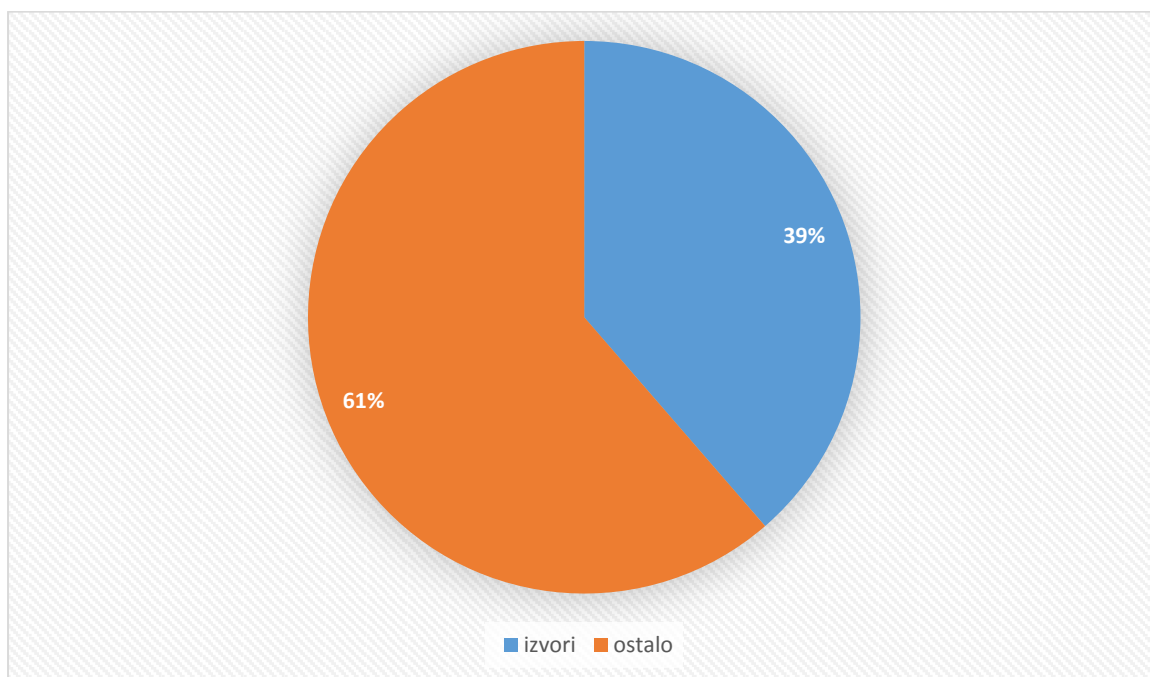
Klisura	Perakovići, Ogulin	Jama
Rokina bezdana	Općina Brinje	Jama
Obajdin špilja	Jezerane, Ogulin	Špilja/povremeni izvor
Markarova špilja	Selo Stajnice, Lika	Špilja
Antića špilja	Dabar i Črnač selo, Lika	Špilja
DALMACIJA		
Miljacka I	N.P. "Krka", Šibenik	Špilja
Miljacka II	N.P. "Krka", Šibenik	Špilja
Miljacka III	N.P. "Krka", Šibenik	Špilja
Miljacka IV	N.P. "Krka", Šibenik	Špilja
Miljacka V	N.P. "Krka", Šibenik	Špilja
Jama nasuprot Toraka	Rijeka Čikola, Šibenik	Jama
Golubinka	Viture, selo Koprno, Šibenik	Jama
Izvor Goručica	Sinj	Izvor
Izvor Grab	Selo Grab, Trilj	Izvor
Povremeni izvor Stuba	Selo Vedrina, Trilj	Izvor
Đuderina jama	Dugopolje, Split	Jama
Krčevac	Selo Grubine	Izvor
Ponor Jasena	Vrgorac	Ponor/jama
Marinovića Betina	Pokraj Vrgorca	Špilja
Matica	Vrgorac	Izvor
Vir	Vrgorac	Izvor
Izvor Dropulića vrilo	Selo Lukavac pokraj Vrgorca	Izvor
Izvor kod sela Bijeli Vir	Selo kod rijeke Neretve	Izvor
Izvor uz Neretvu	Dolina rijeke Neretve na granici Hrvatske i Hercegovine	Izvor
Sustav Vilina špilja-izvor Omble	Rijeka Dubrovačka, Dubrovnik	Izvor/špilja
Norin, izvor rječice	Selo Prud, Metković	Izvor



Slika 3. Udio staništa po biogeografskim regijama (prema Tablici 1.)



Slika 4. Odnos broja špilja i jama (prema Tablici 1.)



Slika 5. Udio izvora u ukupnom broju staništa (prema Tablici 1.)

5.SPELEOMORFOLOŠKA OBILJEŽJA STANIŠTA

Iz svake od triju populacija odabrana su i prikazana speleomorfološka obilježja nekih od staništa.

5.1. ISTRA

5.1.1.Pincinova jama

Ulaz u Pincinovu jamu nalazi se u vrtači. Duboka je 70 metara, a duljina kanala iznosi 120 metara. Otvor jame je malih razmjera (1,4×1,6 metara) i nalazi se na nadmorskoj visini od 66 metara. Nakon 15 metara dugog kanala koji se blago spušta dolazi se do vertikale od 13 metara. Iz male dvorane dimenzija 6×6 metara vodi 7 metara dugi kanal do „ police“ koja je kraj suhog dijela jame. Iza toga slijedi 32 metara vertikale koja vodi izravno u vodu podzemnog jezera gdje je pronađena čovječja ribica. Jezero je kanal širine 4 do 12 metara i dužine 80 metara ispunjen vodom. Jezero je moguće obići samo u čamcu ili ronilačkoj opremi zbog okomitih stijenka kanala. Ono je u početnom i završnom dijelu prošireno u dvije dvorane. Iz prve se dvorane nakon 20 metara dolazi do sigastog saljeva koji se spušta gotovo do same površine vode. U završnoj dvorani dimenzija 25×12×15 metara izmjerena najveća dubina jezera pa to može značiti da se tu nalazi sifon iza kojeg slijedi nastavak jame. Ta dubina iznosi 22 metra, međutim u kišnim razdobljima se razina vode povisi i za 4 metra (Rađa 1980a). Voda je mirna i bistra, a temperatura je 14°C što Pincinovu jamu čini staništem s najvećom zabilježenom temperaturom vode gdje obitava čovječja ribica (Sket 1997.). Rad u jami otežan je zbog velike količine CO₂ što je tipično za istarske jame (<http://www.speleolog.hr/>).

5.2. GORSKI KOTAR I SJEVERNI DIO LIKE

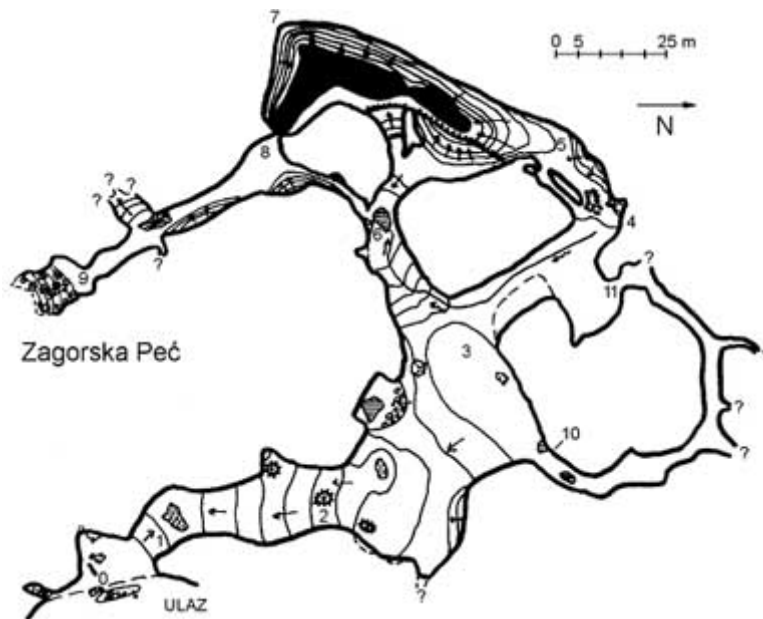
5.2.1. Rokina bezdana

Prema speleološkim klasifikacijama Rokina bezdana pripada u kompleksne speleološke objekte. To je špilja s jamskim ulazom dubokim 102 metra te se njena unutrašnjost može okarakterizirati kao etažni razgranati špiljski objekt. Ulaz u Rokinu bezdanu ima promjer 23×12 metara te se ubraja u veće jamske ulaze. Spuštanjem s južne strane ulaza, nakon 93 metra dolazi se do vrha sipara. U gornje dijelove jame može se doći kretanjem vodenim kanalom u smjeru zapada od glavnog sipara. Nakon 32 metra nalazi se podzemno jezero gdje su otkrivene čovječje ribice. Jezero je dugačko preko 30 metara. S istočne strane jezera nalazi se sifon dubok 8 metara, širok 6 i dugačak 21 metar. Podzemna rijeka u Rokinoj bezdani koja je stvorila ovo jezero kao stanište čovječje ribice vrlo je snažna, s minimalnim protokom od $2 \text{ m}^3/\text{s}$. Razina podzemne vode podiže se 10-30 metara ovisno o količini padalina (Garašić i Kovačević 1992). Temperatura vode pada i do $5 \text{ }^\circ\text{C}$ (zbog topljenja snijega i hladnih proljetnih kiša) što čini ovo stanište jednim mjestom gdje je pronađena čovječja ribica na tako niskoj temperaturi (Sket 1997.). Kemijska analiza vode Rokine bezdani pokazala je da pripada kalcijsko-hidrogenkarbonatnim vodama što je karakteristično za vode karbonatnog područja. Bakteriološke analize pokazuju da je voda odlične kvalitete te da se može upotrebljavati za piće (Garašić i Kovačević 1992).

5.2.2. Zagorska peć

Ova špilja za vrijeme velikih kiša postaje izvor. Ulaz u špilju je vrlo nizak te visina stropa varira od 0,5-1 metra. Nakon što se prođe ulazni dio od 35 metara visina stropa se diže na 3-4 metra, a glavni kanal se širi tako da je na najširem mjestu širok 36 metara. Postoje tri sporedna kanala kojima se može pristupiti jezeru u kojem su pronađene čovječje ribice. Jedan od kanala čini povremeni sastavni dio jezera i njime se može doći na samu obalu jezera dok s ostalih kanala se dolazi na „balkon“ znatno iznad vode. Glavni kanal ima smjer sjever-jug, dok se jezero i sporedni kanali nalaze zapadno od glavnog kanala. Dubina do koje je izmjereno jezero prilikom zarona je 22 metra, no s te se dubine dno ne nazire. Razina vode u

jezeru jako varira, zabilježeno je spuštanje razine od čak 3 metra u jednoj noći (Dečak-Barišić i sur. 2003.).



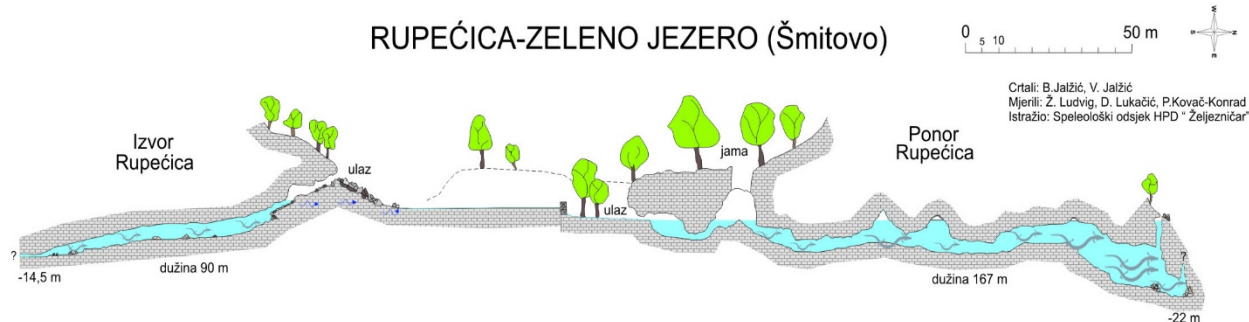
Slika 6. Tlocrt Zagorske peći (Dečak-Barišić i sur. 2003.)

5.2.3. Izvor i ponor Rupečica

Rupečica objedinjuje nekoliko krških fenomena smještenih na maloj udaljenosti. Zajednički je naziv za špilju, izvor, vodeni tok, ponor i jamu. Čovječja ribica pronađena je izvoru-špilji i ponoru. Ulaz u špilju je uzak prolaz koji strmo vodi do sifonskog jezera. Uzak prolaz širi se u prostrani potopljeni kanal koji se spušta do dubine od 14.5 metara gdje postaje neprolazan i nastavlja se kao pukotina kojom dotiče voda. Dužina špilje je 90 metara od čega je 75 metara potopljeno. Širina kanala je oko 5 metara, a stijene duž kanala su potpuno crne. Dno kanala je uglavnom kamenito, mjestimice prekriveno sedimentom u kojem se nalazi mnoštvo puževih kućica što ukazuje da čovječja ribica ovdje ima hrane u izobilju.

Ponor ima 2 ulaza od kojih je jedan potopljen neprekidno, a oba su malih dimenzija. Nakon ulaza slijedi kanal većih dimenzija koji se širi ali je nizak sve do dijela gdje se jama spaja s ponorom. Kroz otvor jame dopire danje svjetlo. Na 3 mjesta u kanalu postoje zračni džepovi. Pred kraj kanal se strmo spušta te nakon 10 metara opet postaje horizontalan i spaja se sa završnom dvoranom. Najveća dubina ponora je 22 metra, a ukupna dužina kanala iznosi 167

metra. Iz prolaza na stropu dvorane nastavlja se vertikalna pukotina koja izlazi na površinu uz obalu Zelenog jezera (Jalžić i sur. 2008.).



Slika 7. Profil Rupećice (<http://www.proteus.hibr.hr/>)

5.3. DALMACIJA

5.3.1. Đuderina jama

Po speleomorfološkim značajkama Đuderina jama pripada tipu špilje s jamskim ulazom, a po hidrološkoj funkciji je povremeno aktivni ponor. Špilja ima dva ulaza (I. i II.) koji se nalaze u vrtači. Kroz jamski ulaz I. dolazi se do dvorane 4×5 metara osvijetljenu danjim svjetlom. Iz ulazne dvorane u smjeru sjevera proteže se pukotinska dvorana, a u smjeru jugoistok glavni kanal. Početni dio glavnog kanala se nakon okomice od 2,5 metara proširuje u dvoranu veličine 6×2,5 metara. Dno dvorane prekriveno je kamenim blokovima. Iz dvorane slijedi niski nastavak kanala (visine oko 1 metra) u smjeru istok-zapad koji se lagano spušta. Dno je izglančano radom vode. Na polovini kanal je nešto viši, gotovo 2 metra. Zapadni zid završne „dvorane“ je sigasti saljev niz koji stalno polagano teče voda. Pod sigastim saljevom nalazi se sifonsko jezero gdje su pronađene čovječje ribice. Ono je eliptičnog oblika temu je dubina na sjevernom dijelu 1,5 metara i povećava se prema južnom dijelu. Dužina glavnog kanala je 34 metra, a površina jezera se nalazi na dubini od 25 metara. Voda u jezeru je čista i bistra te strujanje nije opaženo. Voda je pitka i njezina temperatura kreće se između 11 i 12 °C (Rađa 1980b).

5.3.2. Miljacka II

Miljacka II se karakterizira kao etažni razgranati speleološki objekt. Ulazak u špilju izuzetno je prostran (20×30 metara). Glavni kanal je najdulji kanal špilje. Dok kraja istraženog dijela duljina mu je 2043,7 metara. Pružanje kanala je SZ-JI. Duljina kanala do Velikog jezera iznosi 261 metar stvarne, odnosno 258 metara horizontalne duljine. Nakon Velikog jezera nalazi se sifonsko jezero prvog sifona. U Velikom jezeru i u sifonskom jezeru prvog sifona pronađene su čovječje ribice. Veliko jezero je dugo 17 metara. Do formiranja prvog sifona došlo je zbog nagle promjene dubine i visine stropa na tome mjestu. Stvarna duljina sifona iznosi 64 metra, a završava sifonskim jezerom dužine 10 metara. Izmjerena dubina sifona iznosi 12,5 metara. Nakon prvog sifona slijedi kanal Nije lako dug 43 metra. U njemu je formirano drugo sifonsko jezero drugog sifona. Jezero je dugo 20 metara. Sifon je kratak te je njegova duljina oko 3 metra. Kanal se nastavlja u obliku sifonskog jezera duljine 10 metara. Kanal Oklaj se pruža od početka drugog sifonskog jezera 2. sifona do početka sifonskog jezera 3. Sifona. Stvarna duljina kanala iznosi 379 metar. Na dnu gotovo cijelom dužinom dominiraju kameni blokovi. Visina kanala varira između 3 i 15 metara. U sifonskom jezeru 3. sifona se prvi puta dolazi do aktivnog podzemnog toka. Protok vode zna biti toliko jak da je nemoguće preroniti sifon. Treće sifonsko jezero dugo je 83 metra. Širina mu je između 10 i 12 metara. Duljina sifona je na dan topografskog snimanja iznosila 35 metara stvarne duljine. Na izlazu iz sifona također je formirano sifonsko jezero koje je ujedno i početak Kanala tri mudraca. Stvarna duljina kanala iznosi 119,5 metara, a maksimalna širina 13 metara. Kanal se postupno uzdiže do 4. sifona gdje se gubi aktivni vodeni tok. Na kraju kanala nalazi se strmina koja vodi do 4. sifona. U ovom dijelu špilje kanali su razvijeni u tri etaže, a hidrološki aktivna u kojoj je došlo do formiranja 4. sifona je najniža etaža. Duljina od sifonskog jezera 4. sifona do kanala Čista sreća je 55 metara. Čista sreća je kanal manjih dimenzija koji se opet spaja na Glavni, odnosno Rommelov kanal s najviše etaže. Stvarna duljina Rommelovog kanala iznosi 124,5 metara te se u njegovom najširem dijelu pojavljuju speleotermi koji su rijetki u ovoj špilji. Nakon Rommelovog kanala slijedi jezero Mlin koje je dugo 30 metara. Glavni kanal nastavlja se dalje kao kanal Tamo preko rijeke. Stvarna duljina tog kanala iznosi 79 metara. Početni dio kanala se strmo uzdiže sve do najvišeg dijela gdje se dno kanala nalazi 20 metara iznad razine vode u Mlinu. Na samom kraju kanala naglo se mijenjanju speleomorfološke karakteristike pa se stoga taj dio Glavnog kanala naziva Pločasti kanal. Stvarna duljina kanala od Pločastog kanala do sifonskog jezera 5. sifona

iznosi 122 metra. Nakon 5. sifona slijedi kratak suhi kanal i 6. sifon nakon kojeg nije nastavljeno istraživanje (Konrad-Kovač i sur. 2014.).



Slika 8. Veliko jezero (preuzeto iz Konrad-Kovač i sur. 2014.)



Slika 9. Treći sifon- prvi stalno aktivni sifon (preuzeto iz Konrad-Kovač i sur. 2014.)

5.3.2. Miljacka III

Prema morfologiji Miljacka III jednostavna je špilja jer osim glavnog kanala nema drugih bočnih odvojaka. Duga je 113 metara i po klasifikaciji pripada u srednje velike špilje. Ulaz špilje nalazi se u podnožju sedrenog strmca na koti od 89,6 metra. U podnožju njegove južne strane, neposredno iznad razine vode, od ulaza špilje nizvodno vidljiva je erozijska niša koja možda predstavlja trasu urušenog kanala s obzirom da se njen nivo poklapa s nivoom ulaznog dijela kanala špilje. Presjek ulaza u špilju izrazito je pukotinski, s brojnim zornim tragovima lomljenja i urušavanja sedre. Lijevi dio ulaza ima oblik prostrane police nastale urušavanjem i slijeganjem velikog bloka sedre, vjerojatno iznad ili u sklopu starog špiljskog kanala. Kanal je u tom dijelu širok do 4 metra, a visok do 3 metra. Ukupna širina ulaza iznosi do 9 metara, a visina do 3 metra. Sedrene stjenke kanala dublje su u unutrašnjosti, gdje vladaju vadozni uvjeti i pokrivene sigovinom koja se taložila (i još uvijek aktivno taloži) u obliku sigaste prevlake, saljeva i stalaktita. Slične karakteristike kanal ima do 25 metara od ulaza. U nastavku je dno kanala prekriveno rastresitim sedimentima. Matična stijena u podini vidljiva je u ulaznim dijelovima, povremeno duž špilje i na kraju njenog kanala. U matičnoj stijeni zabilježeni su mikoreljefni oblici koji su rezultat erozije: korito (u ulaznom kanalu) i vrtložni lonci. Aktivni tok vode teče širinom cijelog kanala između blokova (Marguš i Marguš 2014.). Jačina protoka kroz špilju ovisi o dotoku vode iz smjera ponora u koritu rijeke Zrmanje (Barišić 2005.). Na stropu špilje nalaze se brojni speleotermi. Dimenzije saljeva i stalaktita iznose do nekoliko metara. Po njima teče voda iz gornjeg korita, koje se nalazi iznad špilje. Miljacka III jedno je od nalazišta čovječje ribice u dalmatinskoj regiji (Marguš i Marguš 2014.).

6.ZAKLJUČAK

Iz Slike 3. vidljivo je da je najveći broj staništa u dalmatinskoj regiji (dvostruko više od ostalih regija). Dalmaciju slijedi Istra i na kraju Gorski kotar i Lika. Špilja i jama ima podjednak broj, dok je najveći broj izvora kao staništa čovječje ribice (Sl. 4. i 5.). Da bi špilja ili jama bile stanište mora biti ostvaren glavni uvjet za to, a to je voda unutar njih, odnosno postojanje podzemnog toka ili jezera. Izvori su često dio speleološkog sustava (poput izvor-špilje Rupećica) te su vrlo pogodni kao staništa zbog vode i kontakta podzemlja s površinom što se i vidi iz Slike 5. koja ukazuje da izvori čine 39% svih staništa u Hrvatskoj.

S obzirom da se smatra da staništa gdje su pronađene čovječje ribice predstavljaju njihov rubni habitat gdje borave zbog povećane količine hrane, vjerojatno je važna povezanost sifonima u nešto dublje, sigurnije podzemlje radi polaganja jaja i razmnožavanja. Što se same vode tiče važno je da je čista, pitka, bogata kisikom te da je pogodan raspon temperature (od 5°C do 14°C). Također, jedinkama više odgovaraju mirna podzemna jezera nego jaki podzemni tokovi. Iz navedenog bi se dalo zaključiti da speleomorfološka obilježja staništa donekle utječu na rasprostranjenost čovječje ribice no trebalo bi još provesti daljnja istraživanja da se pokaže uolikoj mjeri.

7.LITERATURA

Barišić, T. (2005): Inventarizacija speleoloških pojava u NP“Krka”. Elaborat. Hrvatski planinarski klub “Sveti Mihovil”.

Bizjak-Mali, L., Bulog, B. (2004.): Histology and ultrastructure of the gut epithelium of the neotenic cave salamander, *Proteus anguinus* (Amphibia, Caudata). *Journal of Morphology*. 259: 82-89.

Dečak-Barišić, V., Jalžić, B., Kuhta, M. (2003.): Špilja Zagorska peć. *Speleolog*. 50/51: 61-65.

Garašić, M., Kovačević, T. (1992.): Speleološki sustav Rokine bezdane u rješavanju hidrogeoloških odnosa u području Male i Velike Kapele (Lika). *Spelaeologia Croatica*. Vol.3.: 15-22.

Guillaume, O., Durand, J., Juberthie, C. (1999.): Spermathophores of *Proteus anguinus* (Caudata, Proteidae) and *Euproctus asper* (Caudata, Salamandridae). *Memoires de Biospeleologie*. 26:33-36.

Hervant, F., Mathieu, J., Durand, J. (2001.): Circadian rhythmicity, respiration and behavior in hypogean and epigean salamanders. *Natura Croatica : Periodicum Musei Historiae Naturalis Croatici*. Vol. 10 No. 3: 141-152.

Jalžić, B., Jalžić, V., Miculinić, K. (2008.): Izvor-špilja Rupećica- ponor Rupećica i Zeleno jezero. *Speleolog*. 56: 44-59.

Jelić, D., Kuljerić, M., Koren, T., Treer, D., Šalamon, D., Lončar, M., Podnar Lešić, M., Janev Hutinec, B., Bogdanović, T., Mekinić, S., Jelić, K. (2012.): Crvena knjiga vodozemaca i gmazova Hrvatske. Ministarstvo zaštite okoliša i prirode, Državni zavod za zaštitu prirode, Republika Hrvatska, Zagreb.

Jelić, D. (2014.): Čovječja ribica (*Proteus anguinus*) u Hrvatskoj. Elaborat. Hrvatsko društvo za biološka istraživanja, Zagreb.

Kletečki, E., Jalžić, B., Rađa, T. (1996): Distribution of the olm (*Proteus anguinus*, Laur.) in Croatia. *Mémoires de biospéologie*. 23: 227-231.

Kovač-Konrad, P., Jalžić, V., Buzjak, N. (2014.): Špilja Miljacka II. Subterranea Croatica. 17: 1-15.

Marguš, M., Marguš, D. (2014.): Špilja Miljacka III. BUK- Glasnik Javne ustanove „Nacionalni park Krka“. 10: 98-102.

Rađa, T. (1980a): Čovječja ribica u Pincinovoj pećini kod Poreča. Priroda. Godište 68. Broj 7/8: 179-181.

Rađa, T. (1980b): Nalazišta čovječje ribice u hrvatskom kršu s osobitim osvrtom na novo nalazište u Đuderinoj jami. Priroda. 68. 7/8: 181-185.

Sket, B. (1997.): Distribution of Proteus (Amphibia:Urodela:Proteidae) and its possible explanation. Journal of biogeography. 24: 263-280.

amphibiaweb.org – goo.gl/Ssfznu (4.9.2016.)

http://www.proteus.hibr.hr/public_html/proteus/en/about-proteus (4.9.2016.)

http://www.proteus.hibr.hr/public_html/proteus/en/2-uncategorised/5-monitoring-u-izvoru-i-ponoru-rupecica (10.9.2016.)

<http://www.speleolog.hr/aktivnosti/izvjestaji/331-monitoring-covjecje-ribice> (11.9.2016.)

8.SAŽETAK

Čovječja ribica je stenoendemski stigobiont Dinarida. Ujedno je i jedini stigobiontski kralježnjak Europe. U potpunosti se prilagodila surovim i stresnim uvjetima života u podzemlju. Na području Hrvatske postoje tri odvojene populacije čovječe ribice , a to su: istarska populacija, populacija Gorskog kotra i sjevernog dijela Like te populacija Dalmacije.

U ovom radu nalazi se pregled lokaliteta u Hrvatskoj gdje je pronađena čovječja ribica te detaljan opis po nekoliko staništa iz svake populacija. Čovječju ribicu pronalazimo u špiljama i jama u kojima postoji vodeni tok ili podzemno jezero. Jedinke više obitavaju u mirnijim podzemnim jezerima nego tamo gdje je protok vode jak. Voda staništa je čista i pitka, a njena temperatura kreće se od 5 °C što je minimalna zabilježena temperatura svih staništa (u Rokinoj bezdani) do 14 °C u Pincinovo jami.

9.SUMMARY

Olm is a steno-endemic stygobiont of Dinaric Alps. It is the only stygobiont vertebrate in Europe. It is completely adapted to the cruel and rough environment of the underground. There are three separate populations of the Olm inhabiting Croatian areas which are located in Istria, Gorski Kotar with northern part of Lika and Dalmatia.

The paper contains list of location inhabited by Olm in Croatia and reviews selected locations from the inhabited areas. The Olm is found in caves and pits which are filled with water. Individual Olms prefer more to be in calm underground lakes rather than torrents or streams of water. Water is clear and drinkable with a temperature of 5 °C (lowest recorded in cave Rokina Bezdana) and up to 14 °C which was recorded in the pit Pincina jama.